- занесение кодов вида аналитики, используемых при операциях по счету в картотеке «План счетов» выполняется из справочника «Виды аналитики»;
- занесение кода документа в картотеке «Типовые хозяйственные операции» выполняется из справочника «Определение первичных документов»;
- занесение кодов «счет по дебету», «счет по кредиту» при определении хозяйственной операции в картотеке «Типовые хозяйственные операции» выполняется из справочника «План счетов».

Определение реквизитов вышеуказанных таблиц достаточно очевидно из предлагаемой схемы обработки данных.

В рамках предлагаемой модели легко отрабатываются типовые схемы обработки данных, а именно:

- классическое сопровождение картотеки (добавить, удалить, изменить и позиционировать карточку);
- классический просмотр картотеки (посмотреть и позиционировать карточку);
- классическое сопровождение набора управляющих данных;
- установить поле в текущей карточке с использованием выборки данных из другой картотеки с использованием фильтра;
- создать или изменить карточку в другой картотеке на основании данных текущей карточки;
- создать программно на основании картотеки (картотек) новую картотеку;
- создать на основании картотеки и управляющего набора линейную отчетную форму с использованием выборки по фильтру с использованием управляющего набора данных, сортировки рабочего набора по указанным полям и формированием списковой отчетной формы;
- создать на основании картотеки и управляющего набора итоговую отчетную форму с использованием выборки по фильтру с использованием управляющего набора данных, сортировки рабочего набора по указанным полям и формированием итоговой отчетной формы.

Отметим, что вышеуказанный список типовых работ по обработке данных минимален и достаточен с точки зрения разработчика программных систем, то есть на базе реализованного проекта с использованием отработанных программных компонент можно строить системы практически неограниченной сложности и объемов. Данная модель может быть использована практически в любой инструментальной среде предназначенной для обработки данных табличного характера, например, MS Excel, MS Access, CBuilder, FoxPro и прочие СУБД. Для специалистов в области информационных технологий представляет интерес отработка методики переносимости программного продукта и совместимости разработок в разных инструментальных средах.

Заключение. Использование вышеуказанной модели классического учетного цикла при обучении студентов экономических специальностей в курсах, связанных с изучением технологий использования баз данных, позволит приблизить учебный процесс к сложившимся производственным информационным технологиям и обеспечить более качественный уровень подготовки специалистов.

Исходя из массового использования вышеуказанной модели при обработке данных экономического назначения, можно говорить о том, что опыт по ее реализации будет полезен при подготовке специалистов в области информационных технологий.

Материал поступил в редакцию 18.06.09

MUCHOV S.V., MURAVJOV G.L. On the classification of data processing in the economic systems

When teaching students of economic specialties within computer science courses and a students specializing in information technology are encouraged to use the classical model of data processing in the economic system. Using this model allows you to maximize the learning process to bring about real production experience and provides the skills that match the profile of a future profession. Within this model is the minimum and sufficient set of typical data processing operations that will enable students to further develop on the basis of the implemented educational project any complexity and volume.

УДК 517.977

Будько Д.А., Вейль Ж.А., Прокопеня А.Н.

КВАДРАТИЧНАЯ НОРМАЛИЗАЦИЯ ГАМИЛЬТОНИАНА В ОГРАНИЧЕННОЙ ЗАДАЧЕ ЧЕТЫРЕХ ТЕЛ

Введение. Дифференциальные уравнения, описывающие движение тел в различных моделях классической и небесной механики, как правило, являются нелинейными, и их общие решения не могут быть найдены в аналитической форме. Поэтому исследование таких моделей обычно начинается с поиска точных частных решений и анализа их устойчивости. Такой подход, начало которому было положено в работах А. Пуанкаре и А.М. Ляпунова, оказался весьма продуктивным при исследовании ограниченной задачи трех тел [1] и других моделей небесной механики (см., например, [2]). Однако его практическая реализация требует органичного сочетания громоздких символьных и численных расчетов, что стало возможным лишь с появлением современных программных средств, таких как, например, система компьютерной алгебры *Mathematica* [3]. При этом эффективность вычислений определяется наличием соответствующих алгоритмов, что делает проблему их разработки и практической реализации весьма актуальной.

Анализ устойчивости равновесных решений нелинейных гамильтоновых систем обычно начинается с поиска характеристических показателей линеаризованной системы. Напомним, что гамильтонова система может быть устойчива только в том случае, когда все ее характеристические показатели являются различными чисто мнимыми числами [4]. При выполнении этого условия следующим шагом является приведение к нормальной форме квадратичной части в разложении функции Гамильтона в окрестности равновесного решения, что позволяет сделать вывод о знакоопределенности функции Гамильтона, а также является необходимым этапом последующей нормализации членов более высокого порядка в разложении гамильтониана. Следует отметить, что к настоящему времени разработаны различные алгоритмы нормализации квадратичной части гамильтониана [5], позволяющие привести ее к алгебраической сумме гамильтонианов независимых гармонических осцилляторов. Однако при их практической реализации возникает весьма не-

Будько Дмитрий Александрович, *аспирант Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина.*
224016, г. Брест, б-р Космонавтов, 21.
Вейль Жак-Артюр, *доктор, профессор университета Лимож, Франция.*
Université de Limoges - 33 rue François Mitterrand - BP23204 - 87032 Limoges, France.
Прокопеня Александр Николаевич, *доцент, д.ф.-м.н., профессор кафедры физики Брестского государственного технического университета.*
Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

тривиальная проблема определения знаков частот осцилляторов, решение которой обычно в литературе не обсуждается.

Целью данной работы является построение вещественного канонического преобразования, приводящего к нормальной форме квадратичную часть функции Гамильтона, определяющей динамику системы в окрестности равновесного решения круговой ограниченной задачи четырех тел, сформулированной на основе треугольных лагранжевых решений задачи трех тел [6]. В равномерно вращающейся системе координат такие решения определяют положения равновесия тела P_3 пренебрежимо малой массы, движущегося в гравитационном поле тел P_0, P_1, P_2 массами m_0, m_1, m_2 соответственно, которые покоятся в вершинах равностороннего треугольника. Движение тела P_3 в плоскости Oxy определяется уравнениями Гамильтона, причем во вращающейся системе координат с центром в точке P_0 гамильтониан системы имеет вид

$$H=\frac{1}{2}\left(p_x^2+p_y^2\right)-p_y x+p_x y+\frac{(2\mu_1+\mu_2)x+\sqrt{3}\mu_2 y}{2(1+\mu_1+\mu_2)}-$$

$$-\frac{1}{1+\mu_1+\mu_2}\left(\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}}+\frac{\mu_1}{\sqrt{(x-1)^2+y^2}}+\frac{2\mu_2}{\sqrt{(2x-1)^2+(2y-\sqrt{3})^2}}\right),(1)$$

где p_x, p_y – импульсы, канонически сопряжённые координатам x, y, и введены два параметра $\mu_1=m_1/m_0$, $\mu_2=m_2/m_0$. Легко убедиться в том, уравнения движения

$$\frac{dx}{dt}=\frac{\partial H}{\partial p_x},\ \frac{dy}{dt}=\frac{\partial H}{\partial p_y},\ \frac{dp_x}{dt}=-\frac{\partial H}{\partial x},\ \frac{dp_y}{dt}=-\frac{\partial H}{\partial y},\quad (2)$$

определяемые функцией Гамильтона (1), являются нелинейными, и найти их общее решение в аналитической форме не представляется возможным. Простейшими частными решениями системы (2) являются стационарные решения вида

$$p_x=-y_0,\ p_y=x_0,\ x=x_0,\ y=y_0,\quad (3)$$

где постоянные x_0, y_0 являются действительными корнями двух систем алгебраических уравнений

$$x_0\left(\frac{1}{(x_0^2+y_0^2)^{3/2}}-1\right)+\mu_1(x_0-1)\left(\frac{1}{((x_0-1)^2+y_0^2)^{3/2}}-1\right)+$$

$$+\mu_2(x_0-1/2)\left(\frac{1}{((x_0-1/2)^2+(y_0-\sqrt{3}/2)^2)^{3/2}}-1\right)=0,$$

$$y_0\left(\frac{1}{(x_0^2+y_0^2)^{3/2}}-1\right)+\mu_1 y_0\left(\frac{1}{((x_0-1)^2+y_0^2)^{3/2}}-1\right)+$$

$$+\mu_2(y_0-\sqrt{3}/2)\left(\frac{1}{((x_0-1/2)^2+(y_0-\sqrt{3}/2)^2)^{3/2}}-1\right)=0.(4)$$

Разлагая функцию Гамильтона (1) в ряд Тейлора в окрестности решения (3) с точностью до второго порядка по возмущениям и принимая во внимание уравнения (4), получим для ее квадратичной части выражение вида

$$H_2=\frac{1}{2}\left(p_x^2+p_y^2\right)-p_y x+p_x y+h_{20}x^2+h_{11}xy+h_{02}y^2,(5)$$

где введены следующие обозначения:

$$h_{20}=\frac{1}{2(1+\mu_1+\mu_2)}\left(\frac{y_0^2-2x_0^2}{(x_0^2+y_0^2)^{5/2}}+\frac{\mu_1(y_0^2-2(x_0-1)^2)}{((x_0-1)^2+y_0^2)^{5/2}}+\right.$$

$$\left.+\mu_2\left(\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)^2-2\left(x_0-1/2\right)^2\right)\left(\left(x_0-1/2\right)^2+\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)^2\right)^{-5/2}\right),$$

$$h_{11}=-\frac{3}{1+\mu_1+\mu_2}\left(\frac{x_0y_0}{(x_0^2+y_0^2)^{5/2}}+\frac{\mu_1y_0(x_0-1)}{((x_0-1)^2+y_0^2)^{5/2}}+\right.$$

$$\left.+\mu_2\left(x_0-1/2\right)\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)\left(\left(x_0-1/2\right)^2+\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)^2\right)^{-5/2}\right),$$

$$h_{02}=\frac{1}{2(1+\mu_1+\mu_2)}\left(\frac{x_0^2-2y_0^2}{(x_0^2+y_0^2)^{5/2}}+\frac{\mu_1((x_0-1)^2-2y_0^2)}{((x_0-1)^2+y_0^2)^{5/2}}+\right.$$

$$\left.+\mu_2\left(\left(x_0-1/2\right)^2-2\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)^2\right)\left(\left(x_0-1/2\right)^2+\left(y_0-\sqrt{3}/2\right)^2\right)^{-5/2}\right).(6)$$

Требуется найти характеристические показатели системы и построить вещественное каноническое преобразование, приводящее функцию (5) к сумме гамильтонианов, описывающих два независимых гармонических осциллятора, т.е. к виду

$$H_2=\pm\frac{\omega_1}{2}\left(p_{z1}^2+z_1^2\right)\pm\frac{\omega_2}{2}\left(p_{z2}^2+z_2^2\right),\quad (7)$$

где z_1, p_{z1} и z_2, p_{z2} – две пары новых канонически сопряженных переменных, а ω_1, ω_2 – частоты осцилляторов, которые должны выражаться через коэффициенты (6) исходного гамильтониана (5).

Заметим, что в случае линейной гамильтоновой системы гармонические осцилляторы, имеющие частоты ω_1 и ω_2, являются независимыми, и знаки плюс и минус в выражении (7) не влияют на их движение. Если же система является нелинейной, что имеет место в рассматриваемом случае, то наличие одинаковых или различных знаков у двух слагаемых в (7) принципиально изменяет ее поведение. Так как рассматриваемая гамильтонова система является автономной, то функция Гамильтона (1) является интегралом движения и при одинаковых знаках у обоих слагаемых в (7) она будет знакоопределенной, что позволяет сделать вывод об устойчивости системы на основании теоремы Ляпунова [4]. Если же знаки у двух слагаемых в (7) различны, то для решения проблемы устойчивости требуется учет членов третьего и более высоких порядков в разложении гамильтониана (1), т.е. проблема может быть решена только в строгой нелинейной постановке на основе теорем КАМ-теории [7,8]. Поэтому проблема правильного выбора знаков в преобразованном гамильтониане (7), которая решается в ходе его нормализации, является чрезвычайно важной, и демонстрация ее решения на примере гамильтониана (1) является главной целью данной работы.

Нормальная форма квадратичной части гамильтониана. Поиск характеристических показателей системы дифференциальных уравнений (2) с гамильтонианом (5) сводится к стандартной задаче определения собственных значений квадратной матрицы четвертого порядка. Поскольку для построения нормализующего канонического преобразования нам потребуются также собственные векторы этой матрицы, удобно переписать линеаризованную систему (2) в векторной форме

$$\frac{dX}{dt}=J\tilde{H}_2\cdot X,\quad (8)$$

где $X^T=(x,y,p_x,p_y)$, и введены две матрицы

$$\tilde{H}_2=\begin{pmatrix}2h_{20}&h_{11}&0&-1\\h_{11}&2h_{02}&1&0\\0&1&1&0\\-1&0&0&1\end{pmatrix},\quad J=\begin{pmatrix}0&0&1&0\\0&0&0&1\\-1&0&0&0\\0&-1&0&0\end{pmatrix}.$$

Тогда собственные значения λ, которые и являются характеристическими показателями системы (8), и собственные векторы V матрицы $J\tilde{H}_2$ определяются как решения линейной системы уравнений

$$J\tilde{H}_2V=\lambda V.\quad (9)$$

Хорошо известно, что система (9) имеет нетривиальное решение, если определитель матрицы этой системы равен нулю, т.е.

$$\det(J\hat{H}_2 - \lambda E_4) = \lambda^4 + 2\lambda^2(1 + h_{20} + h_{02}) +$$
$$+1 - 2h_{20} - 2h_{02} + 4h_{20}h_{02} - h_{11}^2 = 0,$$

где E_4 – единичная матрица четвертого порядка. Если же выполнены условия

$$1 + h_{20} + h_{02} > 0\,,$$
$$1 - 2h_{20} - 2h_{02} + 4h_{20}h_{02} - h_{11}^2 > 0\,,$$
$$(h_{20} - h_{02})^2 + h_{11}^2 + 4(h_{20} + h_{02}) > 0\,, \qquad (10)$$

то система (8) будет иметь две пары чисто мнимых характеристических показателей $\lambda_{1,3} = \pm i\omega_1$, $\lambda_{2,4} = \pm i\omega_2$, где

$$\omega_{1,2} = \left(1 + h_{20} + h_{02} \pm \sqrt{(h_{20} - h_{02})^2 + h_{11}^2 + 4(h_{20} + h_{02})}\right)^{1/2}.$$

Анализ системы (4) показывает (см. [6]), что при любых значениях параметров $\mu_1 > 0$, $\mu_2 > 0$ она имеет восемь решений. При этом только для трех решений на плоскости параметров $O\mu_1\mu_2$ существуют такие области, для значений μ_1, μ_2 из которых коэффициенты h_{20}, h_{11}, h_{02} удовлетворяют системе неравенств (10). Это означает, что соответствующие три равновесных решения (3) являются устойчивыми в линейном приближении. Для исследования их устойчивости по Ляпунову требуется в окрестности каждого решения привести функцию Гамильтона (1) к нормальной форме, начиная с нормализации ее квадратичной части (5). Используя метод, предложенный в [1], матрицу соответствующего канонического преобразования можно построить на основе собственных векторов V матрицы $J\hat{H}_2$, которые являются решениями системы (9). Вводя обозначение $V^T = (v_1, v_2, v_3, v_4)$, находим соответствующее решение в виде

$$v_1 = 1,\; v_2 = \frac{1 - 2h_{20} - \lambda^2}{h_{11} - 2\lambda},\; v_3 = \frac{-1 + 2h_{20} + h_{11}\lambda - \lambda^2}{h_{11} - 2\lambda},$$
$$v_4 = \frac{h_{11} - \lambda(1 + 2h_{20} + \lambda^2)}{h_{11} - 2\lambda}. \qquad (11)$$

Решение (11) определяет две пары комплексно сопряженных собственных векторов $V_{1,3}$, $V_{2,4}$, соответствующих собственным значениям $\lambda_{1,3} = \pm i\omega_1$, $\lambda_{2,4} = \pm i\omega_2$, причем эти векторы определяются с точностью до постоянных множителей. Заметим, что для пар векторов V_1, $V_3 = V_1^*$ и V_2, $V_4 = V_2^*$ такие множители можно выбрать вещественными и равными c_1 и c_2 соответственно. Обозначая через $R_k^T = (r_{k1}, r_{k2}, r_{k3}, r_{k4})$, $S_k^T = (s_{k1}, s_{k2}, s_{k3}, s_{k4})$ соответственно действительную и мнимую части векторов V_1, V_2 и полагая $\lambda_k = i\omega_k$, где $k = 1,2$, из выражений (11) находим

$$r_{k1} = c_k\,, \qquad r_{k2} = -r_{k3} = \frac{c_k h_{11}(1 - 2h_{20} + \omega_k^2)}{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}\,,$$

$$r_{k4} = \frac{c_k(h_{11}^2 + 2(1 + 2h_{20})\omega_k^2 - 2\omega_k^4)}{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}\,, \qquad s_{k1} = 0\,,$$

$$s_{k2} = \frac{2c_k\omega_k(1 - 2h_{20} + \omega_k^2)}{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}\,,$$

$$s_{k3} = \frac{c_k\omega_k(-2 + h_{11}^2 + 4h_{20} + 2\omega_k^2)}{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}\,,$$

$$s_{k4} = \frac{c_k\omega_k h_{11}(1 - 2h_{20} + \omega_k^2)}{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}. \qquad (12)$$

Векторы R_k и S_k должны удовлетворять условию нормировки

$$R_k^T \cdot J \cdot S_k = \frac{1}{4}\,,$$

которое определяет неизвестные константы c_k в виде

$$c_k^2 = \frac{h_{11}^2 + 4\omega_k^2}{4\omega_k(-3 + h_{11}^2 + 4h_{20} + 4h_{20}^2 + 2\omega_k^2(1 - 2h_{20}) + \omega_k^4)}. \qquad (13)$$

Заметим, что условие вещественности констант c_1 и c_2 означает, что выражение (13) принимает положительные значения при всех значениях параметров μ_1, μ_2, при которых удовлетворяются неравенства (10). Вычисления показывают, что при $k = 1$ это условие выполнено, тогда как в случае $k = 2$ правая часть (13) принимает отрицательные значения. Причиной этого является выбор знака плюс для собственного значения $\lambda_2 = i\omega_2$ при выделении мнимой части собственного вектора V_2 в выражениях (11). Легко видеть, что добиться положительности c_2^2 можно путем замены $\omega_2 \to -\omega_2$. Таким образом, знаки частот ω_1 и ω_2 определяются из условия вещественности нормализующего канонического преобразования.

Когда действительные и мнимые части собственных векторов матрицы $J\hat{H}_2$ найдены, матрица искомого канонического преобразования определяется следующим образом:

$$A = \left(-2S_1, -2S_2, 2R_1, 2R_2\right) = \begin{pmatrix} -2s_{11} & -2s_{21} & 2r_{11} & 2r_{21} \\ -2s_{12} & -2s_{22} & 2r_{12} & 2r_{22} \\ -2s_{13} & -2s_{23} & 2r_{13} & 2r_{23} \\ -2s_{14} & -2s_{24} & 2r_{14} & 2r_{24} \end{pmatrix}, \qquad (14)$$

т.е. столбцы матрицы A выражаются через векторы S_1, S_2, R_1, R_2. Напомним, что в выражениях (12) для коэффициентов s_{21}, s_{22}, s_{23} s_{24}, а также в выражении (13) для постоянной c_2 должна быть выполнена подстановка $\omega_2 \to -\omega_2$.

Выполняя вычисления, легко убедиться в том, что полученная матрица (14) является симплектической, т.е. удовлетворяет условию $A^T J A = J$. Следовательно, преобразование вида $X = AZ$, где $Z^T = (z_1, z_2, p_{z1}, p_{z2})$, является каноническим. При этом функция Гамильтона (5) принимает вид

$$H_2 = \frac{1}{2}X^T \hat{H}_2 X = \frac{1}{2}Z^T A^T \hat{H}_2 A Z =$$
$$= \frac{\omega_1}{2}\left(p_{z1}^2 + z_1^2\right) - \frac{\omega_2}{2}\left(p_{z2}^2 + z_2^2\right). \qquad (15)$$

Выражение (15) показывает, что функция Гамильтона (1) не является знакоопределенной. Следовательно, при исследовании устойчивости равновесных решений (3) нельзя ограничиться рассмотрением только линейной системы (8), а требуется проводить анализ полной нелинейной системы уравнений возмущенного движения.

Заключение. В данной работе исследована проблема нормализации квадратичной части H_2 функции Гамильтона (1), описывающей возмущенное движение в окрестности равновесных решений ограниченной задачи четырех тел. Для случая, когда система имеет четыре различных чисто мнимых характеристических показателя, построено каноническое преобразование, приводящее H_2 к сумме двух гамильтонианов, описывающих независимые гармонические осцилляторы. Подробно рассмотрена проблема выбора знаков частот осцилляторов, которая обычно не обсуждается в литературе, и доказано, что функция Гамильтона (1) не является знакоопределенной. Это означает, что проблема устойчивости равновесных решений ограниченной задачи четырех тел должна решаться только в строгой нелинейной постановке на основе методов КАМ-теории.

Следует отметить, что при практической реализации рассмотренного алгоритма квадратичной нормализации гамильтониана необходима проверка вещественности получаемого канонического преобразования, что требует выполнения достаточно громоздких численных и символьных расчетов. Поэтому эффективная реализация алгоритма предполагает использование компьютера и современного программного обеспечения типа системы компьютерной алгебры Mathematica [3], например, которая и использовалась в данной работе для выполнения вычислений.

Благодарности. *Исследования, представленные в этой работе, выполнены при поддержке гранта ECONET 21315ZF.*

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркеев, А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. – М.: Наука, 1978. – 312 с.
2. Grebenikov E.A., Gadomski L., Prokopenya A.N. Studying the stability of equilibrium solutions in the planar circular restricted four-body problem // Nonlinear oscillations. – 2007. – Vol. 10, No. 1. – P. 66 – 82.
3. Wolfram S. The Mathematica book. 4th ed. Wolfram Media / Cambridge University Press, 1999. – 1470 p.
4. Ляпунов, А.М. Общая задача об устойчивости движения / Под ред. Г. Мюнтц – Череповец: Меркурий-Пресс, 2000. – 386 с.
5. Маркеев, А.П. Устойчивость гамильтоновых систем // Нелинейная механика: сб. ст. / Под ред. В.М. Матросова [и др.]. – М.: Физматлит, 2001. – С. 114–130.
6. Budzko D.A. Linear stability analysis of equilibrium solutions of restricted planar four-body problem // Computer Algebra Systems in Teaching and Research. Evolution, control and stability of dynamical systems / The College of Finance and Management (Siedlce, Poland); Eds.: L. Gadomski [and others]. – Siedlce, 2009. – P. 28–36.
7. Арнольд, В.И. Малые знаменатели и проблема устойчивости движения в классической и небесной механике // Успехи мат. наук. – 1963. – Т. 18, № 6. – С. 91–192.
8. Мозер, Ю. КАМ-теория и проблемы устойчивости. – Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. – 448 с.

Материал поступил в редакцию 05.10.09

BUDZKO D.A., WEIL J.A., PROKOPENYA A.N. Quadratic normalization of the Hamiltonian in the restricted four-body problem

A problem of normalizing a quadratic part of the Hamiltonian describing perturbed motion in the neighbourhood of equilibrium solutions in the restricted four-body problem, formulated on the basis of the Lagrange triangular solutions of the three-body problem, is investigated. It has been proved that the system under consideration is reduced to two independent harmonic oscillators having frequencies of opposite signs. It means that the Hamiltonian of the system is neither positive definite nor negative definite function and, hence, solving the stability problem of the equilibrium solutions requires an analysis of the complete nonlinear system of the equations of perturbed motion.

УДК 621.791

Буслюк В.В., Солдатенко А.Ф., Касаткина Е.Г., Яковлева Е.С.

КАЧЕСТВО ПЛАТИНИТА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Введение. Платинит – биметаллическая проволока, состоящая из железоникелевого сердечника (прецизионный сплав марки 43Н: 57 % железа, 43 % никеля), покрытого слоем меди.

По структуре композиции платинит представляет собой биметаллическую проволоку. По назначению относится к группе материалов с заданным значением коэффициента линейного теплового расширения (КЛТР) в радиальном направлении, применяемых для изготовления токопроводящих деталей, которые в конструкции прибора жестко и герметично сопрягаются со стеклом, керамикой или другими изоляторами. В зависимости от конкретного назначения коэффициент расширения таких материалов должен иметь очень малые или очень большие значения и должен быть равным КЛТР стекла или другого сопрягаемого материала. Платинит по значению КЛТР в радиальном направлении соответствует силикатным стеклам платиновой группы и применяется в качестве электродов-выводов, впаиваемых в стекло при изготовлении электровакуумных, полупроводниковых приборов, электрических ламп накаливания и др. [3].

Сортамент и требования к качеству платинита предусмотрены ОСТ 110077-84. В российской промышленности платинит производится по двум способам нанесения оболочки, регламентированным указанным документом: трубчатым и гальваническим. Технологии не отвечают современным требованиям по трудоемкости, производительности, экологической безопасности и др.

Для улучшения спаивания со стеклом на заключительном этапе изготовления платинита на отечественных предприятиях производится его борирование, в результате которого на медной поверхности формируется тонкий борнозакисный слой, состоящий из безводного борнозакисного калия и закиси меди. За рубежом, наряду с борированным платинитом, производят платинит оксидированный, имеющий на поверхности тонкий однородный меднозакисный слой. В России оксидированный платинит не производится.

Сравнительный анализ основных потребительских свойств платинита. Сравнительный анализ проведен на основе нормативных требований и фактических материалах обследования образцов платинита отечественного производства по ОСТ 110077-84 и основных европейских производителей. Исследовались образцы платинита марки ПГБ массового промышленного производства и платинит опытной партии, изготовленный по технологии твердофазного соединения компонентов (методом оборачивания, СКБ «Луч», г. Владикавказ). Зарубежными аналогами явились образцы платинита производства IMPHY (Франция) и PHILIPS (Голландия).

В качестве характеристики равномерности распределения меди в плоскости поперечного сечения приведены значения показателя, рекомендуемого ОСТ 11 0077-84: КРТА – коэффициент разнотолщинности абсолютный, который определяется как отношение минимального значения толщины оболочки к максимальному значению.

***Буслюк Виктор Вячеславович**, главный инженер РУНИП «СКБ «Запад», г. Брест, РБ.*
***Солдатенко Анатолий Федорович**, директор ЗАО «БЕЛМАГ», г. Магнитогорск, РФ.*
***Касаткина Елена Геннадьевна**, доцент ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ.*
***Яковлева Екатерина Сергеевна,** старший преподаватель ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, РФ.*